

پروژه ارتقاء اکسترودر دوجزئی به منظور تولید ترد سه جزیی؛ چالش ها و مزایای انجام پروژه

مسعود حاتمی^{۱*}، مسعود خالقی^۲، محمد ابهچی عزآبادی^۱ و محسن غفاریان^۱

۱- کارشناس تحقیقات، مجتمع صنایع لاستیک یزد

۲- کارشناس تحقیقات، مجتمع صنایع لاستیک یزد

masoud.hatamy@gmail.com

چکیده: یکی از عیوبی که در تست تایرهای رادیال سواری مشاهده می شود عیب جدایی ترد از سایدوال در قسمت شانه است که از راه کارهای مناسب برای رفع این عیب استفاده از ترد سه جزیی در ساخت تایر است، تولید ترد سه جزیی مستلزم استفاده از اکسترودر سه جزیی است که تحریم های بین المللی و محدودیت های اقتصادی، دسترسی صنعت تایر ایران به فناوری ها و ماشین آلات پیشرفته، از جمله اکسترودرهای سه جزیی، را با چالش مواجه ساخته است. این شرایط، نه تنها یک تهدید، که فرصتی بی بدیل برای حرکت به سمت خودکفایی و توسعه راه کارهای داخلی ایجاد کرده است. این مقاله به ارائه و بررسی یک روش مهندسی برای ارتقای اکسترودر دوجزئی موجود به یک سیستم تولید ترد سه جزیی می پردازد. هسته اصلی این راه کار، نه خرید دستگاه جدید، بلکه تبدیل و افزودن قابلیت به خط موجود است. پیاده سازی این ارتقا منجر به ایجاد یک خط تولید ترکیبی شد که توانایی تولید ترد سه جزیی با کیفیت را دارا است. نتایج آزمایش ها نشان داد که تایرهای تولید شده با این روش، فاقد این عیب بوده و در تست مقاومت نتایج بهتری حاصل شده است. این پژوهش به صورت عینی اثبات می کند که با یک مهندسی معکوس و ارتقای هدفمند تجهیزات موجود، می توان بر موانع بزرگ سرمایه ای غلبه کرد و به قابلیت های تولیدی سطح بالا دست یافت. ارتقای اکسترودر دوجزئی به یک سیستم سه جزیی عملکردی، راه کاری عملی و اثبات شده برای صنایعی است که با موانع اقتصادی مشابه مواجه هستند.

واژه های کلیدی: ارتقای اکسترودر، ترد سه جزیی، جدایی ترد از سایدوال، بهبود عملکرد تایر رادیال، بومی سازی فناوری

مقدمه

صنعت تایر به عنوان یکی از ارکان مهم صنعت حمل و نقل، همواره در پی بهبود کیفیت، ایمنی و دوام محصولات خود است. یکی از عیوب شناخته شده در تولید تایرهای رادیال، عیب «جدایی ترد از سایدوال» است که افزون بر کاهش عمر مفید تایر، می تواند بر ایمنی آن نیز تأثیرگذار باشد. تحلیل های مهندسی نشان می دهد که یکی از ریشه های این عیب، عدم همخوانی کامپاند به کار رفته در ترد (آندر ترد) با کامپاند سایدوال است. راه حل پیشرفته و مرسوم در سطح جهانی برای این چالش، حرکت به سمت طراحی و تولید ترد سه جزیی است. در این طراحی، یک جزء سوم به نام «وینگ» که از جنس کامپاند سایدوال است، به عنوان پلی چسبنده بین ترد و سایدوال عمل می کند و پیوندی یکپارچه ایجاد می کند. با این حال، تولید صنعتی این نوع ترد، مستلزم استفاده از قالب تپنده آن، یعنی اکسترودر سه جزیی است. در این جا بود که صنعت ما با یک پارادوکس مواجه شد: نیاز به فناوری پیشرفته در مقابل محدودیت های شدید اقتصادی و تحریمی. خرید و واردات اکسترودر سه جزیی جدید، نه تنها هزینه ای گزاف داشت بلکه باعث ناکارآمدی و عدم استفاده از اکسترودر قدیمی دوجزئی می شد به دلیل همین محدودیت ها، ما را بر آن داشت تا به جای نگاه به بیرون، به قابلیت های درونی و توان مهندسی خود بازگردیم. پرسش کلیدی این بود: آیا می توان با ارتقا و بازمهندسی اکسترودر دوجزئی موجود، به قابلیت های یک سیستم سه جزیی دست یافت؟ این مقاله، داستان پاسخ عملی به این پرسش و روایتی از تبدیل یک تهدید به فرصت است. ما در این جا به تشریح فرایند کاملاً بومی ارتقای اکسترودر دوجزئی ناکاتا به یک سیستم تولید ترد سه جزیی می پردازیم؛ راه کاری که در آن با کمترین هزینه و بیشترین اتکا به دانش داخلی و ساخت قطعات کلیدی مانند پریفرمر و دای جدید، بر چالش بزرگ تولید فائق آمدیم. دستیابی به این موفقیت، نه تنها یک راه کار فنی برای عیب جدایی ارائه می دهد، بلکه الگویی ملموس از خوداتکایی صنعتی در شرایط سخت را به نمایش می گذارد.

مرحله مطالعات اولیه

پس از شناسایی عیب جدایی ترد از سایدوال و تعیین راه حل ایده آل (تولید ترد سه جزیی)، تیم فنی با انجام مطالعات میدانی و بررسی طرح های موجود در مقالات علمی به این جمع بندی رسید که خرید اکسترودر سه جزیی جدید به دلایل زیر مقرون به صرفه نیست:

- هزینه سرمایه گذاری اولیه بسیار بالا
- مشکلات ناشی از تحریم ها در واردات دستگاه
- زمان طولانی تأمین و راه اندازی
- عدم توجیه اقتصادی برای حجم تولید مجموعه

چالش های فرایند ارتقای اکسترودر دوجزئی به سیستم سه جزیی

پیاده سازی ایده تبدیل اکسترودر دوجزئی به یک سیستم تولید ترد سه جزیی، با چالش های متعددی روبرو بود که در مرحله طراحی و برنامه ریزی شناسایی شد. این چالش ها عمدتاً در سه محور اصلی قابل دسته بندی بودند:

- ۱. چالش تغذیه و یکپارچه سازی سیستم:** سیستم موجود تنها از دو واحد تغذیه پشتیبانی می کرد، در حالی که برای تولید ترد سه جزیی به سه مسیر مستقل نیاز داشتیم. این محدودیت، ما را به سمت طراحی یک ساختار ترکیبی سوق داد. در این طرح، اکسترودر اصلی مسئول تولید بخش اصلی ترد (کپ و وینگ) شد و مجموعه کلندر کوشین موجود برای تولید آندر ترد و اتصال آن به ترد دوجزئی تولید شده در نظر گرفته شد.
- ۲. چالش طراحی و ساخت پریفرمر و دای جدید:** پریفرمر و دای موجود تنها قادر به شکل دهی دو کامپاند بودند. برای تحقق طرح جدید، نیاز به طراحی و ساخت یک پریفرمر و دای کاملاً جدید بود که بتواند دو کامپاند کپ و وینگ را به صورت هم زمان و با هندسه مناسب اکسترودر کند.
- ۳. چالش فرایند الحاق و یکپارچه سازی نهایی:** حتی با تولید موفق بخش کپ-وینگ و آندر ترد به صورت جداگانه، چگونه می بایست این دو بخش



شکل ۴- پریفرمر و دای طراحی شده

مرحله بهینه‌سازی و رفع مشکلات

پس از راه‌اندازی اولیه، مشکلات متعددی شناسایی و برطرف شد:

- چسبندگی زیاد کامپاند اندرترد: یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، افزایش دمای کامپاند اندرترد پس از خروج از اکسترودر و عبور از بین غلتک‌ها بود که منجر به چسبندگی بیش‌ازحد می‌شد. برای حل این مشکل، فرمولاسیون کامپاند اندرترد اصلاح جزئی شد تا خاصیت چسبندگی آن کاهش یابد.
- احتمال پاره شدن و عدم اتصال صحیح اندرترد: چالش دیگر، اطمینان از الحاق پیوسته و بدون وقفه اندرترد به بدنه ترد بود که با طراحی یک سیستم نظارتی شامل سنسورهای تشخیص حضور و آلارم‌های دیداری حل شد.
- عیب هودار شدن هنگام اتصال اندرترد به ترد (کپ و وینگ): افزودن بر این، تنظیم فشار بهینه رولرهای فشار دهنده نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بود به این دلیل فشار زیاد سبب تغییر پروفایل ترد و فشار کم باعث عدم صحیح نصب اندرترد می‌شد که با پیچ تنظیمی که زیر صفحه اتصال دهنده جک و رول‌های دیسکی قرار داشت این مورد نیز برطرف شد.

تولید نمونه نهایی تایر

- تولید ترد سه‌جزیی با کیفیت مطلوب
- ساخت و پخت تایر در شرایط کنترل شده

تست‌های انجام شده

- بررسی عدم وجود عیب ظاهری
- تست مقاومت (Tire Endurance & Low Inflation performance) و مقایسه با نمونه قبلی (ترد دوجزبی)

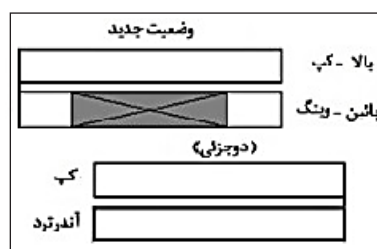
نتیجه‌گیری

افزایش زمان تست مقاومت از ۹۰ تا بیش از ۱۴۰ ساعت (عیب جدایی ترد از سایدوال در تایرهایی که از ترد دوجزبی ساخته شده در ۹۰ ساعت مشاهده شد، در که این عیب در تایر با ترد سه‌جزیی تا ۱۴۰ ساعت نیز مشاهده نشد) [۳]

به‌طور کامل به‌هم متصل شوند؟ چالش اصلی در اینجا، کنترل پارامترهای فرایندی ازجمله دمای بهینه، سرعت کانوایر و فشار پرس بود تا از چسبندگی کامل و عدم تشکیل حباب بین لایه‌ها اطمینان حاصل شود. این چالش‌ها، مسیری بود که برای رسیدن از یک ایده نظری به یک راه‌کار عملی و اقتصادی در پیش داشتیم. هر یک از این موانع، مستلزم بررسی‌های مهندسی دقیق، نمونه‌سازی و آزمایش‌های مکرر بود.

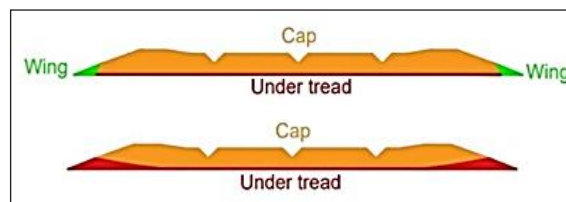
مرحله طراحی مهندسی و تدوین راه‌حل

۱. طراحی پریفرمر جدید برای تولید هم‌زمان کپ و وینگ: طراحی پریفرمر بهینه یکی از مراحل کلیدی در این پژوهش بود. در این مرحله، یک هندسه جدید برای پریفرمر طراحی شد که بتواند با اکسترودر دوجزبی موجود، الگوی جریان مواد لازم برای تولید هم‌زمان دو جزء ترد (کپ و وینگ) را فراهم کند. مقایسه پریفرمر طراحی شده با پریفرمر استاندارد دوجزبی در تصویر زیر آمده است.

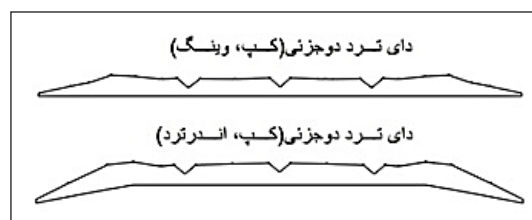


شکل ۱- مقایسه شماتیک پریفرمر قدیم و جدید طراحی شده

۲. طراحی دای جدید برای تولید هم‌زمان کپ و وینگ: در کنار طراحی پریفرمر، طراحی و ساخت دای جدید نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، دای طراحی شده در این پژوهش، تنها مسئول شکل‌دهی نهایی به دو جزء کپ و وینگ است، چراکه جزء اندرترد از طریق سیستم کلندر کوشین به ترد الحاق می‌شود.



شکل ۲- مقایسه ترد دوجزبی و سه‌جزیی



شکل ۳- مقایسه شماتیک دای استاندارد دوجزبی و جدید طراحی شده

مراجع

- [۱] قهقانی، حسین، ۱۳۸۱ «تکنولوژی طراحی و ساخت DIE اکسترودر و عوامل مؤثر بران» ششمین همایش ملی لاستیک، اصفهان
- [۲] عوض‌ملایری، فریبرز؛ جعفری، عبدالرضا. (۱۳۷۵). «مقدمه‌ای بر مبانی آمیزه‌کاری و تکنولوژی لاستیک». تهران: سمر.
- [3] 1.W.Hoffman, MikeAdamsPublished 19"RubberTechnologyHandbook" https://www.semanticscholar.org/paper/RubberTechnology -Handbook